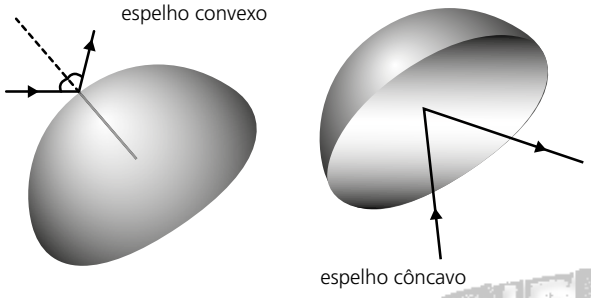
Aula 19: Espelho Esférico

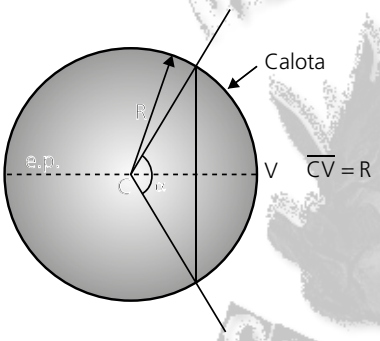
Espelho Esférico

Denomina-se espelho esférico toda calota esférica em que uma de suas superfícies é refletora e a reflexão é regular.



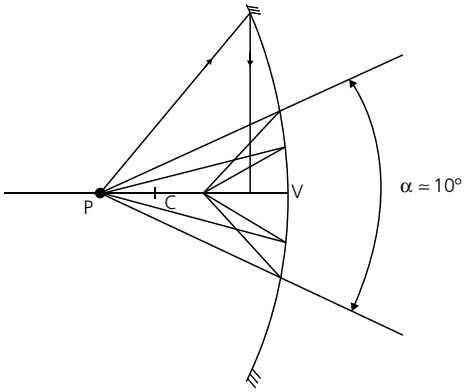
Elementos

Os espelhos esféricos são caracterizados pelos elementos geométricos:



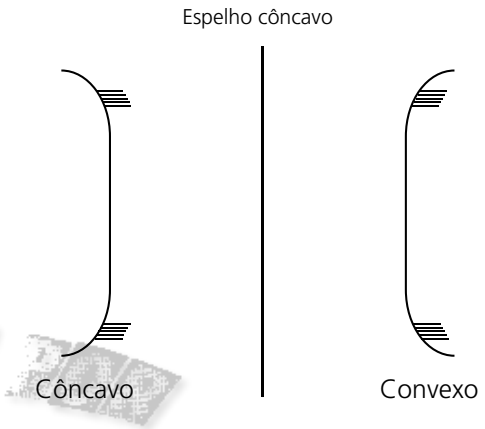
- Centro de curvatura (C): é o centro da superfície esférica à qual a calota pertence.
- Raio de curvatura (R): é o raio de curvatura da superfície esférica que originou a calota.
- Eixo óptico: é a reta que contém o centro do espelho e o ponto central da superfície espelhada.
- Vértice (V): é a interseção do eixo óptico principal com o espelho.

Espelhos esféricos gaussianos

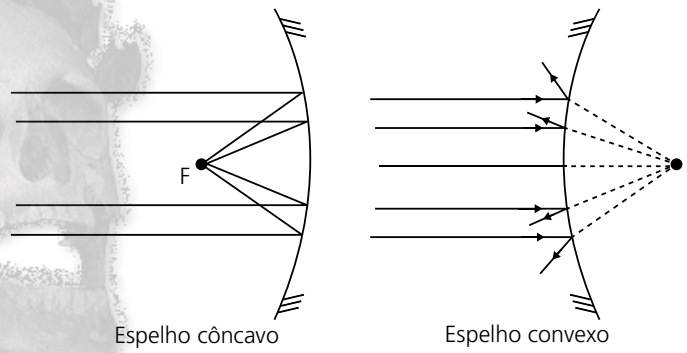


- O ângulo de abertura do espelho deve ser menor que 10°.
- Os raios devem incidir próximos ao eixo principal com pouca inclinação (para-axiais).

A representação esquemática dos espelhos esféricos gaussianos é:

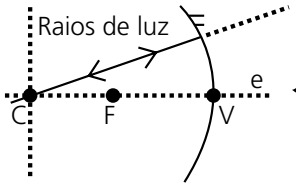


Foco de um sistema óptico

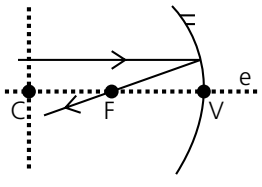


O foco de um sistema óptico qualquer é um ponto que tem por conjugado um ponto situado no infinito (impróprio).

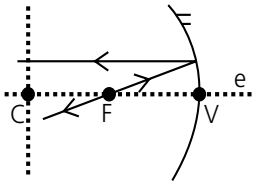
Raios luminosos Particulares



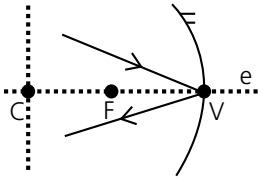
Todo raio de luz que incidente passando pelo centro de curvatura reflete-se sobre si mesmo.



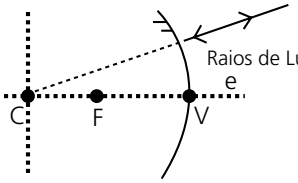
Todo raio de luz que incidir paralelamente ao eixo principal reflete-se passando pelo foco.



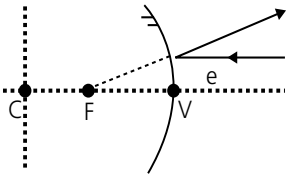
Todo raio de luz que incidir no espelho passando pelo foco, reflete-se paralelamente ao eixo principal.



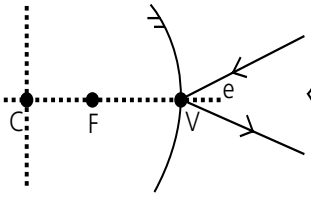
Todo raio de luz que incidir no vértice reflete-se de tal forma que o ângulo incidente e o de reflexão são iguais em relação ao eixo principal.



Todo raio de luz que incide perpendicular à superfície, ou seja, em direção ao centro de curvatura reflete-se sobre si mesmo.



Todo raio de luz que incide paralelamente ao eixo principal reflete-se em direção ao ponto de foco. A condição contrária também é válida, todo raio de luz que incide no espelho em direção ao ponto de foco reflete-se paralelo ao eixo principal.



Todo raio de luz que incide sobre o vértice so espelho reflete-se de tal forma que ângulo do raio incidente e o ângulo de raio de reflexão sejam iguais em relação ao eixo principal.

Construção geométrica das imagens nos espelhos esféricos

Espelhos Côncavos

1º Caso – Objeto localizado além do centro de curvatura

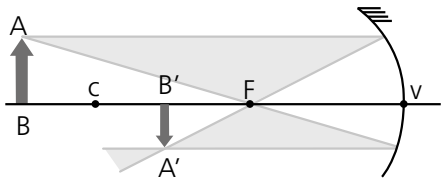


Imagem: Real, invertida e menor do que o objeto.

2º Caso – Objeto localizado no centro de curvatura

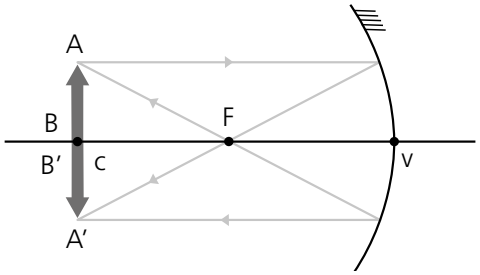


Imagem: Real, invertida e igual (mesmo tamanho) que o objeto.

3º Caso – Objeto entre o centro de curvatura e o foco

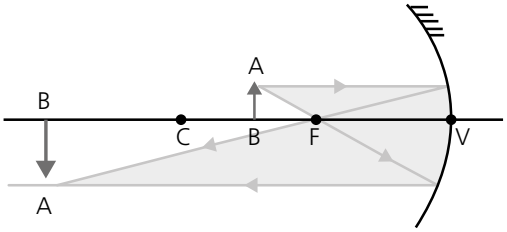


Imagem: Real, invertida e maior do que o objeto.

4º Caso – Objeto no foco do espelho

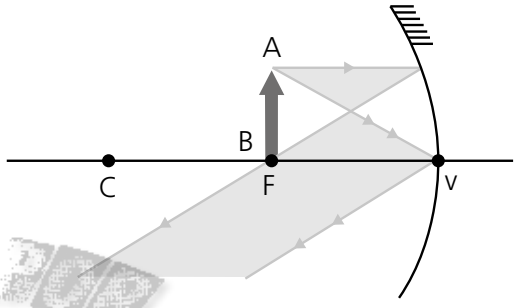


Imagem: Imprópria (imagem no infinito).

5º Caso – Objeto entre o foco e vértice

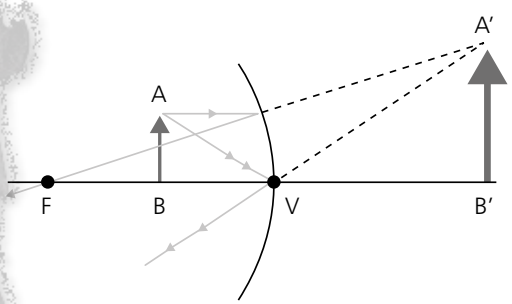


Imagem: Virtual, direita e maior do que o objeto.

Espelhos Convexos

Caso único

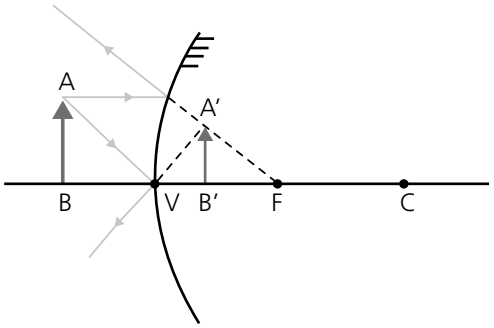
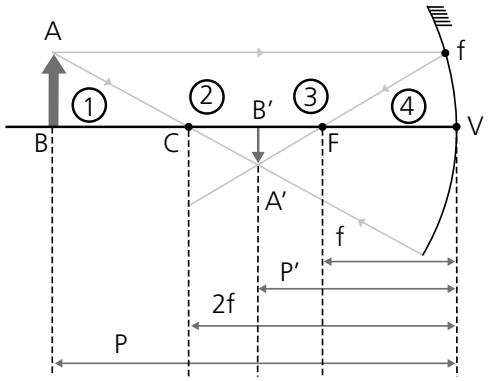


Imagem: Virtual, direita e menor do que o objeto.

Estudo Analítico – Equação de Gauss dos pontos conjugados

Considerado as condições de nitidez de Gauss, temos:



Por semelhança de triângulos

$$\frac{A'B'}{AB} = \frac{2f - p'}{p - 2f} \text{ e } \frac{A'B'}{AB} = \frac{P' - f}{f}$$

$$\frac{2f - p'}{p - 2f} = \frac{P' - f}{f} \Rightarrow p \cdot p' = p \cdot f + f \cdot p'$$

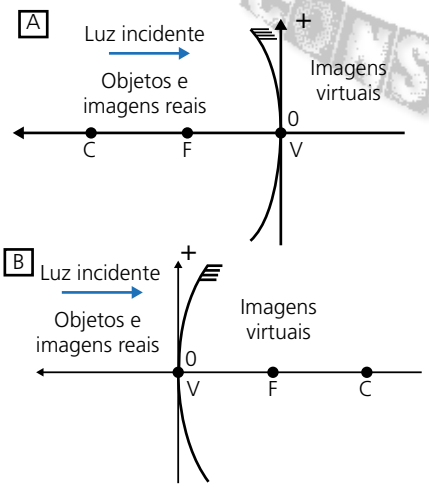
Dividindo a equação por $p \cdot p' \cdot f$, temos:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

Aumento Linear Transversal

$$A = \frac{i}{o} = -\frac{p'}{p}$$

Estudo dos sinais (Referencial de Gauss)



Referencial de Gauss para os espelhos côncavo (A) e convexo (B)

- Objeto real: $p > 0$;
- Imagem real: $p' > 0$;
- Imagem virtual: $p' < 0$;
- Espelho côncavo: $f > 0$; $R > 0$;
- Espelho convexo: $f < 0$; $R < 0$.

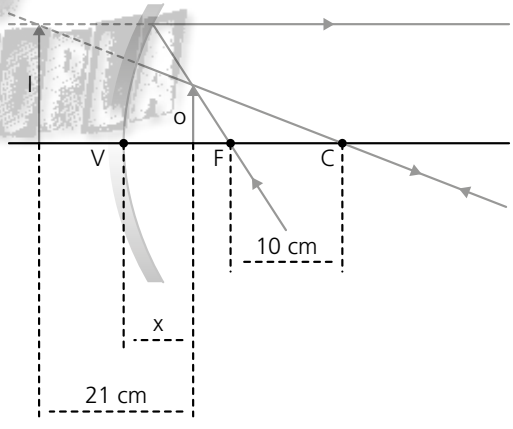
Exercícios de Fixação

01. (AFA-SP) Quando você se olha em um espelho côncavo e vê seu rosto aumentado e direito, o rosto se encontra:
A) no foco do espelho.
B) no centro de curvatura do espelho.
C) entre o foco e o espelho.
D) entre o foco e o centro de curvatura.
E) mais afastado que o centro de curvatura, em relação ao espelho.

02. (EsPCEx) O espelho retrovisor de um carro e o espelho em portas de elevador são, geralmente, espelhos esféricos convexos. Para um objeto real, um espelho convexo gaussiano forma uma imagem
A) real e menor.
B) virtual e menor.
C) real e maior.
D) virtual e invertida.
E) real e direita.

03. (Efomm) Um objeto linear, real, perpendicular ao eixo principal de um espelho esférico côncavo, forma nesse espelho uma imagem direita e ampliada por um fator igual a três. Sabendo que a distância entre objeto e imagem é de 80 cm, a distância focal, em cm, do espelho, é:
A) +10
B) +15
C) +20
D) +25
E) +30

04. Um objeto real O encontra-se diante de um espelho esférico côncavo, que obedece às condições de Gauss, conforme o esquema a seguir.

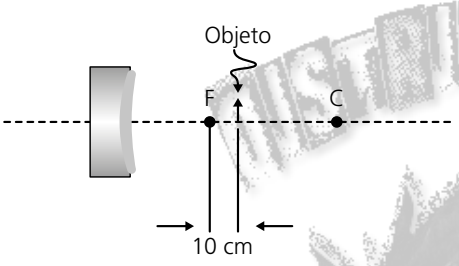


Sendo C o centro da curvatura do espelho F seu foco principal, a distância **x** entre o objeto e o vértice V do espelho é:
A) 6,0 cm
B) 9,0 cm
C) 10,5 cm
D) 11,0 cm
E) 35,0 cm

05. Um espelho esférico côncavo tem distância focal 3,0 m. Um objeto de dimensões desprezíveis se encontra sobre o eixo principal do espelho, a 6,0 m deste. O objeto desliza sobre o eixo principal, aproximando-se do espelho com velocidade constante de 1,0 m/s. Após 2,0 segundos, sua imagem
A) terá se aproximado 6,0 m do espelho.
B) terá se afastado 6,0 m do espelho.
C) terá se aproximado 3,0 m do espelho.
D) terá se afastado 3,0 m do espelho.
E) terá se aproximado 12,0 m do espelho.

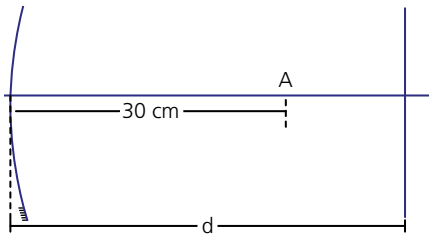
Exercícios Propostos

01. Um pequeno objeto foi colocado sobre o eixo principal de um espelho esférico côncavo, que obedece às condições de Gauss, conforme ilustra a figura a seguir. O raio da esfera, da qual foi retirada a calota que constitui o espelho, mede 1,00 m. Nessas condições, a distância entre esse objeto e sua respectiva imagem conjugada será:



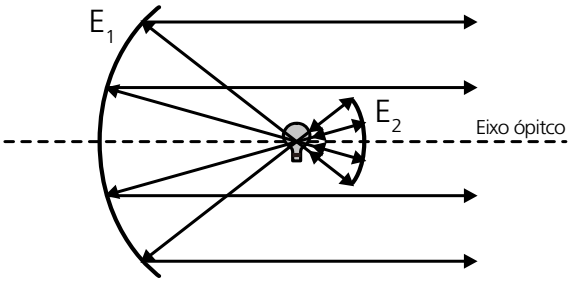
A) 240 cm
B) 150 cm
C) 75 cm
D) 60 cm
E) 50 cm

02. (ITA) Um espelho plano está colocado em frente de um espelho côncavo, perpendicularmente ao eixo principal. Uma fonte luminosa A, centrado no eixo principal entre os dois espelhos, emite raios que se refletem sucessivamente sobre os dois espelhos e formam sobre a própria fonte A, uma imagem real da mesma. O raio de curvatura do espelho é 40 cm e a distância do centro da fonte A até o centro do espelho esférico é de 30 cm. A distância **d** do espelho plano até o centro do espelho côncavo é, então:



A) 20 cm
B) 30 cm
C) 40 cm
D) 45 cm
E) 50 cm

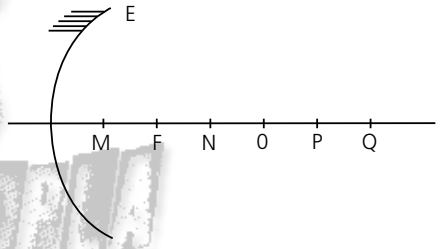
03. Por motivos de segurança, a eficiência dos faróis tem sido objeto de pesquisa da indústria automobilística. Em alguns automóveis, são adotados faróis cujo sistema óptico é formado por dois espelhos esféricos E_1 e E_2 como mostra a figura. Com base na figura, é correto afirmar que a localização da lâmpada está:



A) nos focos de E_1 e de E_2.
B) no centro de curvatura de E_1 e no foco de E_2.
C) nos centros de curvatura de E_1 e de E_2.
D) no foco de E_1 e no centro de curvatura de E_2.
E) em qualquer ponto entre E_1 e E_2.

04. A distância entre a imagem e um objeto colocado em frente a um espelho côncavo é de 16 cm. Sabendo que a imagem é direita e 3 vezes maior, determine o raio de curvatura do espelho, em centímetros.
A) 6 cm
B) 8 cm
C) 10 cm
D) 12 cm
E) 16 cm

05. A figura a seguir ilustra um espelho esférico côncavo E. Sobre o eixo principal estão indicados pontos equidistantes, entre os quais se encontram o foco F e o centro da curvatura O.
Se um objeto real é colocado no ponto N, a imagem conjugada pelo espelho se formará no ponto:



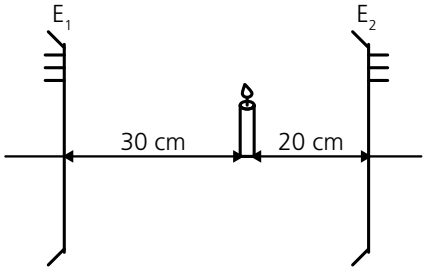
A) M
B) Q
C) O
D) P
E) N

06. A concha de aço inoxidável representada na figura ao lado pode ser usada para demonstrar propriedades dos espelhos esféricos. Uma dessas propriedades consta de uma das alternativas a seguir.

Indique:
A) Para objetos colocados à direita, num afastamento inferior a um quarto do diâmetro, as imagens são invertidas.
b) Para objetos colocados à esquerda, num afastamento inferior a um quarto do diâmetro, as imagens são invertidas.
C) Imagens virtuais só podem ser obtidas para objetos colocados à esquerda.
D) Para objetos colocados à direita, em um afastamento inferior a um quarto do diâmetro, as imagens são direitas.
E) Imagens virtuais só podem ser obtidas para objetos colocados à direita.

07. Em um espelho côncavo, a distância entre um objeto real e sua imagem é de 60 cm. Sabendo-se que a imagem é invertida e de comprimento igual à metade do comprimento do objeto, qual o raio de curvatura do espelho?
A) 80 cm
B) 75 cm
C) 50 cm
D) 100 cm
E) 120 cm

08. A figura mostra uma vela acesa que está entre dois espelhos esféricos, E_1 e E_2, cujos módulos das distâncias focais são, respectivamente, 60 cm e 30 cm.



A distância entre a imagem I_1, formada pelo espelho E_1, e a imagem I_2, formada pelo espelho E_2 é, em cm, de
A) 140
B) 80
C) 130
D) 40

09. Uma vela é colocada entre um espelho plano e um convexo, a igual distância dos dois. A primeira imagem formada pelo espelho plano dista 60 cm do mesmo. Se a distância entre as duas primeiras imagens formadas é de 192 cm, o módulo da distância focal do espelho convexo é:
A) 10 cm
B) 12 cm
C) 48 cm
D) 60 cm
E) 15 cm

10. Determine o raio de curvatura, em cm, de um espelho esférico que obedece às condições de nitidez de Gauss e que conjuga de um determinado objeto uma imagem invertida, de tamanho igual a 1/3 do tamanho do objeto e situada sobre o eixo principal desse espelho. Sabe-se que a distância entre a imagem e o objeto é de 80 cm.
A) 15 cm
B) 30 cm
C) 60 cm
D) 90 cm

Exercícios de Fixação				
1	**2**	**3**	**4**	**5**
C	B	D	A	B

Exercícios Propostos				
1	**2**	**3**	**4**	**5**
A	D	D	D	B
6	**7**	**8**	**9**	**10**
D	A	C	E	A

Digitador: Aníbal – Revisor: Alexandre
046.401-1001/22